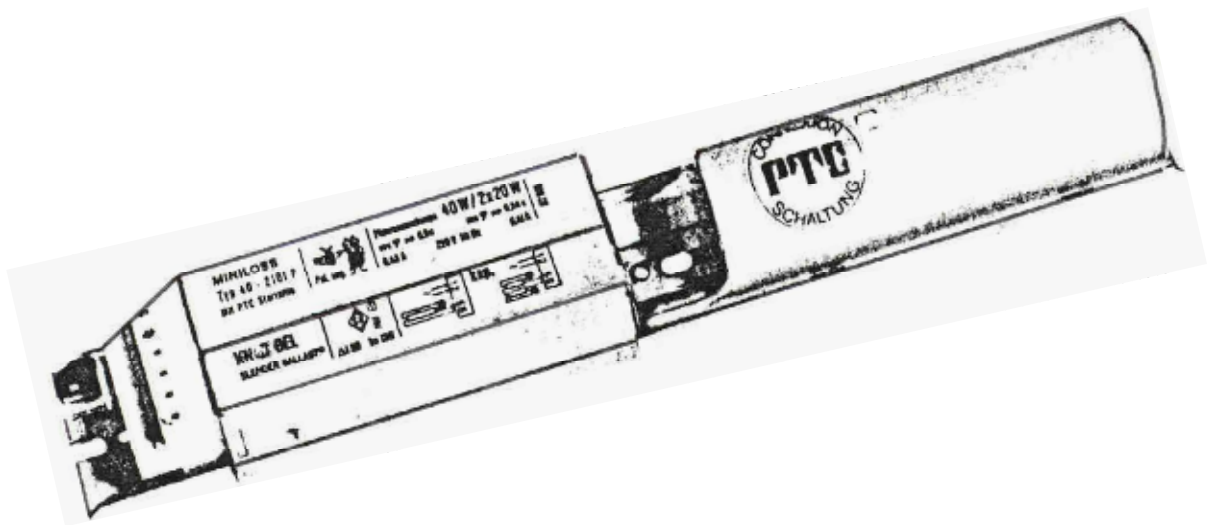


PCB

in Vorschaltgeräten von Fluoreszenzlampen eine Bilanzierung



Dr. Elmar Kuhn und Roland Arnet

Juni 1998

Dank

Die Autoren dieses Berichts danken den Herren Christian Spiess sowie Dr. Peter Kuhn von der Abteilung für Umwelt des aargauischen Baudepartementes für ihre Anregungen und die kritische Durchsicht des Berichts.

Dank gebührt der Abteilung für Umwelt auch für die finanzielle Unterstützung dieser Studie.

Bei der Realisierung dieses Projekts konnte massgebend von Vorarbeiten profitiert werden, welche für die Erstellung des Kondensatorenverzeichnisses erforderlich waren (4). Letzteres dient zur Zeit als Vollzugsgrundlage bei der Beurteilung von PCB-haltigen Kondensatoren in Elektroanlagen.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

1. Einleitung
 - 1.1 Gefährdung von Mensch und Umwelt durch PCB
 - 1.2 PCB-Eintrag in der Metallentsorgung
 - 1.3 Voruntersuchung von Kleinkondensatoren in entsorgten Elektrogeräten
 - 1.4 Rechtliche Aspekte
 - 1.5 Ziel der Untersuchung
 2. Einsatz kapazitiver Vorschaltgeräte in Fluoreszenzlampen
 - 2.1 Fabrikate (Abbildungen)
 - 2.2 PCB-Bilanz der in Verkehr gebrachten Vorschaltgeräte
 3. Untersuchung von entsorgten Vorschaltgeräten
 - 3.1 Ermittlung des PCB-Status
 - 3.2 PCB-Bilanz der noch in Betrieb stehenden Vorschaltgeräte
 4. Bisherige Entsorgung von Vorschaltgeräten
 - 4.1 PCB-Bilanzierung bei Elektroinstallationsbetrieben
 - 4.2 Altmetallhandel
 5. Umweltgerechte Entsorgung
 - 5.1 Bisherige problematische Entsorgungswege
 - 5.2 Vergleichende Beurteilung von Entsorgungswegen
 - 5.3 Vorschlag für künftigen Entsorgungsweg von Vorschaltgeräten
 - 5.4 Potentielle Sammler und Entsorger
 - 5.5 Kantonale Abfallfachstellen
 6. Literatur
-
- Anh. 1 PCB-Beurteilung von Kleinkondensatoren in entsorgten Elektrogeräten
 - Anh. 2 PCB-Status, Baujahr und Gewicht der Kondensatoren aus Vorschaltgeräten von Fluoreszenzlampen
 - Anh. 3 Analytische Untersuchung von Kondensatoren aus Vorschaltgeräten
 - Anh. 4 Befragung von 32 Elektroinstallationsbetrieben zur Entsorgung von Vorschaltgeräten

Zusammenfassung

Grundsätzlich können Fluoreszenzlampen zentral oder dezentral kompensiert werden. Bei der dezentralen Kompensation wird meist eine von drei Fluoreszenzlampen mit einem kapazitiven Vorschaltgerät versehen. Die kapazitiven Vorschaltgeräte enthalten in der Regel einen ölhaltigen Kondensator. Unsere Untersuchungen ergaben, dass nahezu alle kapazitiven Vorschaltgeräte der Baujahre 1953 - 1983 mit einem ca. 200 g schweren, PCB-haltigen Kondensator bestückt sind.

In unserer Untersuchung wurden für die Schweiz folgende PCB-Bilanzen ermittelt:

1. Die insgesamt auf den Schweizer Markt gebrachte Anzahl PCB-haltiger Kondensatoren in Vorschaltgeräten wird auf 8,2 Mio. geschätzt (1950 - 83). Die Kondensatoren dieser Vorschaltgeräte haben ein Gewicht von 1'800 t und enthalten insgesamt 540 t PCB.
2. Man kann davon ausgehen, dass die Hälfte der auf den Schweizer Markt gebrachten PCB-haltigen Vorschaltgeräte heute noch im Einsatz steht, d.h. 4,1 Mio. Geräte bzw. 900 t PCB-haltige Kondensatoren mit 270 t PCB.
3. Aufgrund des mittleren Lebensalters von Vorschaltgeräten kann man annehmen, dass während den nächsten 13 Jahren durchschnittlich ca. 315'000 PCB-haltige Vorschaltgeräte pro Jahr in die Entsorgung gelangen (69 t PCB-haltige Kondensatoren mit 21 t PCB).

Eine Umfrage bei Elektroinstallationsbetrieben zeigte, dass diese die ausgebauten Vorschaltgeräte oder Lampengehäuse inklusive Vorschaltgeräte fast ausschliesslich über den Altmetallhandel entsorgen. Von dort gelangen die Vorschaltgeräte primär zu den Shredder-Anlagen. Die PCB-Bilanzen weisen darauf hin, dass Vorschaltgeräte als Hauptverantwortliche für den Eintrag von PCB in die Reststoffe aus Shredder-Anlagen (RESH) in Frage kommen und vermutlich auch in unerwünschter Weise den Schrott belasten. Ein unbestimmter Anteil an Vorschaltgeräten wird über Bauschuttmulden entsorgt, der zumindest teilweise über die Sortieranlagen ebenfalls zu den Altmetallen gelangt.

Der vorliegende Bericht ermittelt für die im Kanton Aargau noch in Betrieb stehenden Vorschaltgeräte ca. 66 t PCB-haltige Kondensatoren mit 20 t PCB.

Kapazitive wie auch induktive Vorschaltgeräte enthalten hohe Anteile an Kupfer. Eine umweltgerechte Entsorgung aller Vorschaltgeräte ist somit auch aufgrund des Schwermetalles Kupfer erwünscht.

Mit vertretbarem finanziellen Aufwand könnten eine umweltgerechte Entsorgung der kapazitiven und induktiven Vorschaltgeräte gewährleistet und damit erhebliche Mengen an Schadstoffen von der Umwelt ferngehalten werden. Die in dieser Studie zusammengefassten Daten haben das BUWAL veranlasst, Vorschaltgeräte von Lampen den Entsorgungsbestimmungen der Elektronikschrottverordnung zu unterwerfen.

1. Einleitung

1.1 Gefährdung von Mensch und Umwelt durch PCB

Die umweltgerechte Entsorgung von PCB-haltigen Geräten und Ölen hat einen hohen Stellenwert, da sich PCB, sobald in der Umwelt, in der Nahrungskette anreichert. Die Auswirkungen sind ausreichend bekannt. In der Muttermilch findet man bedenkliche Gehalte an PCB, und der Fischotter ist in der freien Natur an bestimmten Orten, beispielsweise in der ganzen Schweiz, nicht mehr in der Lage sich fortzupflanzen.

Insbesondere bei Brand und Explosion werden aus PCB-haltigen Ölen hochgiftige Verbrennungsprodukte, die Furane und Dioxine (PCDF und PCDD), freigesetzt. Personen ohne Schutzausrüstung sind dadurch bei der Brandbekämpfung zusätzlich gefährdet. Nach Freisetzung von Dioxinen und Furanen können Räume oder ganze Gebäude so stark kontaminiert sein, dass sie ohne aufwendige Spezialreinigung nicht mehr benutzbar sind.

Gemäss einer Studie des BUWAL wird die jährliche Gesamtdeposition von PCB aus der Atmosphäre auf 2'000 bis 8'000 kg geschätzt. Sie stammt zum grösseren Teil aus der Remobilisation bereits vorhandener Umweltkontaminationen. Ein Neueintrag in die Umwelt aus anthropogenen Quellen findet neben anderen Quellen auch durch Kleinkondensatoren sowie bei schrottverarbeitenden Betrieben statt (1). Im Bericht des BUWAL wird ferner darauf hingewiesen, dass bei 2 bis 3 % der in Betrieb stehenden Kondensatoren Lecks auftreten (1).

1.2 PCB-Eintrag in der Metallentsorgung

In der Schweiz stehen heute fünf Shredder-Werke mit einer Verarbeitungskapazität von rund 300'000 t Altautos und Schrott (z.B. Elektrogeräte) in Betrieb. Zwei dieser Betriebe stehen im Kanton Aargau (Thommen AG, Kaiseraugst und Wiederkehr AG, Waltenschwil). Als nicht wiederverwertbare Reststoffe aus Shredder-Anlagen (RESH) fällt ungefähr ein Viertel des verarbeiteten Materials an. Die in der Schweiz jährlich anfallende Menge von 50'000 bis 60'000 t RESH wurde bisher grösstenteils in Reaktordeponien eingebracht. Seit 1996 werden diese Abfälle im Sinne einer Übergangslösung zunehmend in Kehrichtverbrennungsanlagen verbrannt. Innerhalb der nächsten Jahre soll eine gesamtschweizerische Lösung in Form eines Sonderofens für die RESH-Verbrennung realisiert werden.

Werden Altautos ohne Sammelschrott geshreddert sowie vorgängig von allen Betriebsölen, Reifen, Innenausstattung und der Elektronik befreit, lassen sich PCB-Konzentrationen in den Shredder-Rückständen erreichen, die unter 20 mg/kg liegen (3). Wurden Altautos ohne vorgängige Behandlung geshreddert, war der PCB-Gehalt 147 mg/kg (3). In der gleichen deutschen Studie aus dem Jahre 1991 wurde für leichten Sammelschrott ein PCB-Gehalt von 210 mg/kg ermittelt. Es ist daher durchaus plausibel, dass Kleinkondensatoren aus Elektrogeräten substantiell zur PCB-Belastung von RESH beitragen.

Im Rahmen einer breit angelegten Untersuchung aus dem Jahr 1994 ermittelte das Umweltschutzlabor Basel-Land im RESH der Shredderei Thommen AG einen mittleren PCB-Gehalt von 110 mg/kg (45 - 199 mg/kg, Ref. 2). Die Bestimmung des PCB-Gehalts der wiederverwertbaren Eisen- und Buntmetalle war allerdings nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Von einer Stahlfabrik ist bekannt, dass das Vorwärmen des Schrotts mittels Schmelzabgasen zu einer erheblichen Dioxinemission führt, welche ungefähr derjenigen aller schweizerischen Kehrichtverbrennungsanlagen zusammen entspricht.

Spanke (6) nennt vier Studien, die für die Shredderleichtfraktion PCB-Gehalte von 5-14 mg/kg ermittelt haben. Über das Ausgangsmaterial werden allerdings keine Angaben gemacht.

Die Abteilung für Umwelt des Kantons Aargau untersuchte vor kurzem RESH-Proben aus zwei verschiedenen Shredder-Anlagen und fand PCB-Gehalte von 17 bzw. 2 mg/kg. Möglicherweise hat sich die PCB-Belastung im RESH in den letzten Jahren reduziert (infolge Abnahme der PCB-Anteile in den entsorgten Elektrogeräten und/oder umweltgerechter Entsorgung der PCB-haltigen Kondensatoren mit über 1 kg Gesamtgewicht gemäss Anh. 4.8 Stoffverordnung).

1.3 Voruntersuchung von Kleinkondensatoren in entsorgten Elektrogeräten

Bei einem Shredder-Betrieb sowie bei 8 kommunalen und über 20 gewerblichen Entsorgungsstellen wurden 250 Kleinkondensatoren (5 - 900 g) aus Elektrogeräten entnommen und Abklärungen betreffend dem PCB-Status durchgeführt (Anh. 1). In der Regel wurde ein Kondensator pro Elektrogerät gefunden. Mit Hilfe unseres Kondensatorenverzeichnis (4) konnten ungefähr drei Viertel dieser Kondensatoren als PCB-haltig, -verdächtig oder -frei qualifiziert werden. Wenn keine Zuordnung möglich war, wurden die Kondensatoren der Kategorie "ohne Beurteilung" zugewiesen. In einem zweiten Schritt konnte ein Grossteil der PCB-verdächtigen Kondensatoren aufgrund einer PCB-Analyse als "PCB-frei" bzw. "PCB-kontaminiert" (maximal 1'000 mg/kg) oder PCB-haltig (reines PCB-Öl) deklariert werden. Wertvolle Anhaltspunkte lieferte insbesondere auch der "Tropfentest"; das Absinken eines Tropfens Öl in Wasser weist auf PCB mit seiner hohen Dichte hin.

Folgende Resultate wurden ermittelt: 16 % der untersuchten Kleinkondensatoren aus Haushaltgeräten und Fluoreszenzbeleuchtungen enthalten technisches PCB sowie zusätzliche 2 % sind Metall/Papier-Kondensatoren mit PCB-Imprägnierung. Werden die Kondensatoren "ohne Beurteilung" ausgeklammert, so erhöht sich der Anteil PCB-haltiger Kondensatoren auf 22 % (ohne Metall/Papier-Kondensatoren). Bei den PCB-haltigen Kleinkondensatoren handelt es sich primär um die Jahrgänge 1969 - 1980 mit einem mittleren Gewicht von 300 g. Zusätzlich sind 9 bis 17 % der Kondensatoren mit 50 - 1'000 mg PCB/kg kontaminiert.

PCB-haltige Kondensatoren kommen offensichtlich heute noch in vielen Arten von entsorgten Elektrogeräten vor. Von grösserer PCB-Relevanz dürften vor allem die langlebigen Fluoreszenzlampen (Vorschaltgeräte), Waschmaschinen (schwere Bauart) und möglicherweise auch Kochherde und Industriekühlschränke sein.

1.4 Rechtliche Aspekte

1.4.1 Umweltschutzgesetz (USG)

Art. 44 Bund und Kanton führen Erhebungen über die Umweltbelastung durch und prüfen den Erfolg der Massnahmen dieses Gesetzes.

Art. 46 Der Bundesrat und die Kantone können anordnen, dass Verzeichnisse über Abfälle und deren Beseitigung sowie über Art und Menge von Produkten geführt und den Behörden auf Verlangen zugestellt werden.

Art. 44 USG fordert von den Kantonen, Erhebungen über die Umweltbelastungen durchzuführen. Art. 46 USG verpflichtet die Betriebe, die von den Behörden verlangten Auskünfte zu geben.

1.4.2 Stoffverordnung (StoV)

- Verbot Die Verwendung von halogenierten Biphenylen ist sowohl als Stoff wie auch als Bestandteil von Erzeugnissen verboten. Frist: 31. August 1988 (Anh. 3.1).
- Altöle Das Verbot gilt nicht für aus Altöl hergestellte Schmieröle und -fette mit höchstens 1 ppm halogenierten Biphenylen (Anh. 3.1).
- Kondensatoren Inhaber von schadstoffhaltigen Kondensatoren mit mehr als 1 kg Gesamtgewicht und Transformatoren unterstehen gemäss Anh. 4.8 StoV der Meldepflicht und dürfen noch bis zum **31. August 1998** im Einsatz bleiben (Anh. 4.8).
- Klein-kondensatoren in Geräten Die Entsorgung von kleinen Kondensatoren in Radio- und Fernsehapparaten, für Leuchtröhren, in Haushaltgeräten und in ähnlichen Apparaten ist unklar geregelt. In Zif. 4 Abs. 4 des Anhangs 4.8 ist lediglich festgelegt, dass derjenige, der solche Abfälle annimmt, über keine entsprechende VVS-Bewilligung verfügen muss. Ferner wird darauf hingewiesen, dass PCB-haltige Kondensatoren von weniger als 1 kg Gesamtgewicht (in kleinen Mengen) einer Giftannahmestelle übergeben werden können.

- Meldepflicht Abfall-Entsorgungsbetriebe, die Abfälle mit halogenierten Biphenylen entgegennehmen, müssen dem Bundesamt jährlich die Menge angeben, die sie
 - entgegengenommen haben
 - in der Schweiz entsorgt haben
 - ausgeführt haben (Anh. 3.1)

- Sorgfaltspflicht Wer mit Stoffen, Erzeugnissen oder Gegenständen umgeht, muss dafür sorgen, dass sie die Umwelt oder mittelbar über die Umwelt den Menschen nicht gefährden können. Diese Sorgfaltspflicht gilt auch für den Umgang mit den dabei entstehenden Abfällen (Art. 9).

Man könnte grundsätzlich daraus ableiten, dass neben dem Abgabeverbot seit dem 31.8.1988 auch ein Verwendungsverbot für PCB-haltige Kleinkondensatoren besteht. Ein diesbezüglicher Vollzug wäre jedoch enorm aufwendig und unverhältnismässig. Möglicherweise kann die umweltgerechte Entsorgung der PCB-haltigen Kleinkondensatoren aus entsorgten Elektrogeräten gestützt auf Art. 9 der StoV verlangt werden.

1.4.3 Elektronikschrottverordnung (Inkraftsetzung 1. Juli 1998)

Die vom Bundesrat verabschiedete Elektronikschrottverordnung enthält folgende Grundsätze, welche gemäss Art. 2 explizit auch für PCB-haltige Vorschaltgeräte von Lampen gilt:

- Pflicht für die Benutzer, ihre ausgedienten Geräte einem Hersteller, Importeur, Händler oder Entsorgungsbetrieb zurückzugeben
- Rücknahmeverpflichtung für Hersteller, Importeure und Händler
- Kriterien für die umweltgerechte Entsorgung von ausgedienten Geräten

1.5 Ziel der Untersuchung

Die Resultate unserer Voruntersuchungen (siehe Kap. 1.3) sowie Hinweise aus anderen Untersuchungen (1, 5) deuten darauf hin, dass mit den Vorschaltgeräten von Fluoreszenzlampen bedeutende Mengen an PCB in die Entsorgung gelangen. Das BUWAL hat in einem Bericht darauf hingewiesen, dass für Vorschaltgeräte von Leuchtstofflampen grössere Mengen an PCB eingesetzt wurden und dass womöglich auch heute noch relevante Mengen an PCB-haltigen Vorschaltgeräten in die Entsorgung gelangen (1). Im gleichen Bericht wurde zudem vorgeschlagen, das diesbezügliche Gefährdungspotential mit einer konkreten Felduntersuchung abzuklären.

Unsere Untersuchung konzentriert sich aus Kapazitäts- und Prioritätsgründen ausschliesslich auf Vorschaltgeräte von Leuchtstofflampen und beabsichtigt primär eine PCB-Bilanzierung der in Verkehr gebrachten Vorschaltgeräte sowie der noch in Betrieb stehenden Vorschaltgeräte. Des weiteren soll im Rahmen dieser Untersuchung abgeklärt werden, welchen Entsorgungsweg PCB-haltige Vorschaltgeräte vorwiegend beschreiten.

Aufgrund der hohen durchschnittlichen Lebensdauer von Fluoreszenzlampegehäusen inklusive Vorschaltgeräte (20 - 30 Jahre) gegenüber Haushaltgeräten (10 - 20 Jahre) liegt die Relevanz der PCB-haltigen Kondensatoren vor allem bei den Vorschaltgeräten von Fluoreszenzlampen. Eine Untersuchung in Westberlin schätzte, dass ca. 90 % des PCB aus Kleinkondensatoren von Leuchtstofflampen stammen (5). Eine Studie des BUWAL geht zudem davon aus, dass Elektronikschrott mit seinen Kleinstkondensatoren insgesamt keine grossen PCB-Belastungen aufweisen sollte (1).

2. **Einsatz kapazitiver Vorschaltgeräte in Fluoreszenzlampen**

Fehlstrom aus dem Betrieb von Fluoreszenzlampen kann grundsätzlich zentral oder dezentral kompensiert werden. Bei der dezentralen Kompensation wird eine von ca. drei Fluoreszenzlampen mit einem kapazitiven Vorschaltgerät versehen. Das kapazitive Vorschaltgerät enthält bei älteren Geräten (bis ca. Ende 80er Jahre) einen ölhaltigen Kondensator; danach wurden elektronische Vorschaltgeräte eingesetzt. Vermutlich aus Sicherheitsgründen wurden Kondensatoren mit dem schwerentzündbaren PCB-Öl eingesetzt.

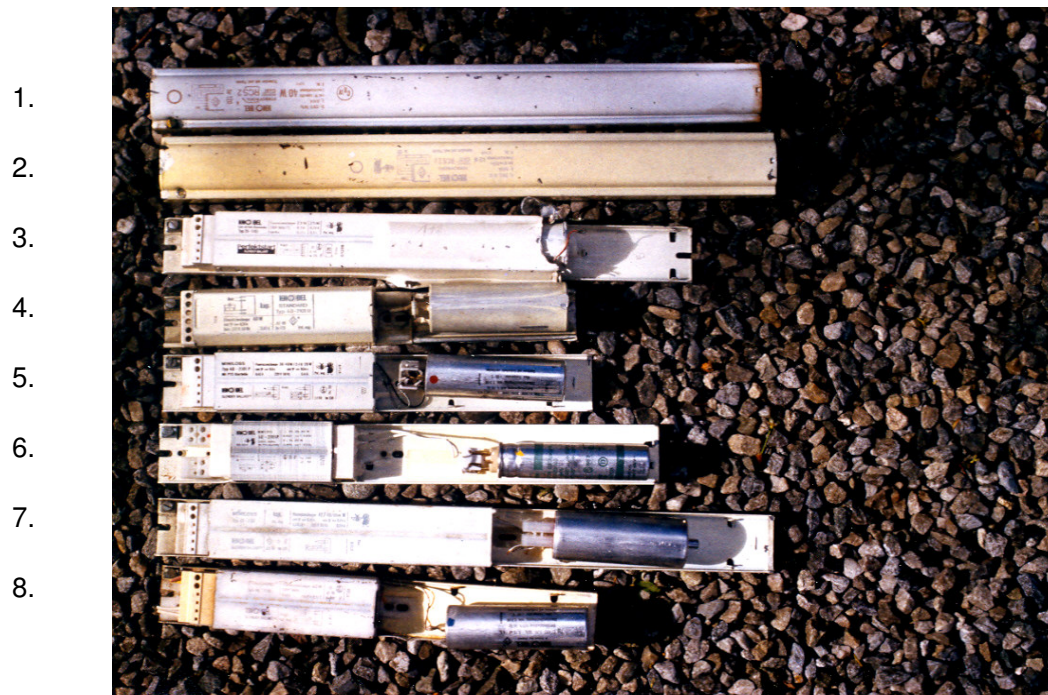
2.1 Fabrikate (Abbildungen)

Abb. 1a Kapazitive Vorschaltgeräte der Firma Knobel, Ennenda



Geräte-Nr.	Bezeichnung	für Lampen mit	Fabrikat Kondensator	Leistung (μF)	Baujahr	PCB-Status
1	RCS 2	40 W	Knobel	3,7 μF	12.65	PCB-haltig
2	RCS 2 B	40 W	Knobel	3,75 μF	1.70	PCB-haltig
3	Perfektstart	25 W	ESTA	3,6 μF	2.86	PCB-frei
4	Standard	40 W	Knobel	3,75 μF	8.73	PCB-haltig
5	Miniloss	40 W	Knobel	4,4 μF	11.83	PCB-haltig
6	Miniloss	40 W	ESTA	3,6 μF	6.86	PCB-frei
7	Miniloss	42 W	Knobel	4,4 μF	4.74	PCB-haltig
8	Standard	40 W	Knobel	3,75 μF	3.78	PCB-haltig

Abb. 1b Kapazitive Vorschaltgeräte der Firma Knobel, Ennenda.
Dieselben Geräte wie in Abb. 1a nach dem Entfernen der Kondensatorabdeckung.
Länge (oberstes Geräte) = 40,7 cm.



Der rechte Teil des Vorschaltgeräts enthält den zylinderförmigen, kapazitiv wirkenden Kondensator. Im linken Teil des Vorschaltgeräts ist der induktive Teil untergebracht.

Abb. 2 Kapazitive Vorschaltgeräte von 5 verschiedenen Herstellern.
Länge (oberstes Gerät) = 40,7 cm.



Geräte-Nr.	Hersteller Vorschaltgerät	Bezeichnung	für Lampen mit	Kondensator	Leistung	Baujahr	PCB-Status
1	Leuenberger	270.60.01	65 W	Geofarad	5,5 μF	9.89	PCB-frei
2	Huber, Zürich	Novostart	40 W	Condis	3,6 μF	3.52	PCB-haltig
3	Trafag, Zürich	T40 ka	40 W	Condis	3,75 μF	8.66	PCB-haltig
4	Zumtobel	CXY G 65	65 W	Condis	5,9 μF	7.72	PCB-haltig
5	Knobel	RCS 2 B	40 W	Knobel	3,75 μF	1.70	PCB-haltig

Abb. 3 Induktive Vorschaltgeräte (ohne Kondensatoren) aus den Jahren 1958 - 93.
Länge (Gerät Nr. 6) = 35,5 cm.



Abb. 4 Fluoreszenzlampen mit eingebauten Vorschaltgeräten.
Oberes Gerät: Einbau von oben (Standardfall); Länge = 35 cm.
Unteres Gerät: Einbau von unten (eher selten).



2.2 PCB-Bilanz der in Verkehr gebrachten Vorschaltgeräte

Den Markt von Vorschaltgeräten prägten im Kanton Aargau in den vergangenen Jahrzehnten vor allem zwei Herstellerfirmen:

- Knobel AG, 8755 Ennenda
- H. Leuenberger AG, 8154 Oberglatt

Dazu kommen diverse weitere Hersteller, die aber von eher untergeordneter Bedeutung sind. Die Firma Knobel AG gibt an, zwischen 1953 und 1983 insgesamt rund 5 Mio. PCB-haltige Vorschaltgeräte auf den Schweizer Markt gebracht zu haben. Bei den entsorgten PCB-haltigen Vorschaltgeräten aus diesem Zeitraum entfallen gemäss unseren Untersuchungen 61 % auf die Firma Knobel¹, was auf den damaligen Marktanteil im Kanton Aargau hindeutet.

Neben Knobel hat auch die Firma Leuenberger in demselben Zeitraum fast ausschliesslich PCB-haltige Kondensatoren eingesetzt. Dabei handelte es sich um die PCB-haltigen Fabrikate der Firma Condis (Baujahre 1955-79) und Frako (Baujahre 1955-81).

Gemäss unseren Untersuchungen (Anh. 2) gelangten zwischen 1953 und 1983 im Kanton Aargau und vermutlich auch in der übrigen Schweiz fast ausschliesslich kapazitive Vorschaltgeräte mit PCB-haltigen Kondensatoren auf den Markt.

Ausgehend vom Marktanteil der Firma Knobel² lässt sich die totale Anzahl der auf den Schweizer Markt gebrachten, PCB-haltigen Vorschaltgeräte berechnen:

$$\begin{array}{lcl} \text{Anzahl Knobel-Geräte} & \times & 1 / \text{Marktanteil} & = & \text{totale Anzahl PCB-haltige Vorschaltgeräte} \\ 5 \text{ Mio.} & & \times 1 / 0,61 & & = 8,2 \text{ Mio.} \end{array}$$

Die ARGUS-Studie (5) schätzt die Menge an PCB-haltigen Vorschaltgeräten für Fluoreszenzlampen, welche in der Bundesrepublik Deutschland zum Einsatz kamen, auf 145 Mio. Stück. Die 8,2 Mio. PCB-haltigen Vorschaltgeräte der etwa zehnmal kleineren Schweiz erscheinen vergleichsweise tief zu sein³. Der folgende Abschnitt gibt eine mögliche Erklärung zu dieser Beobachtung.

¹ Anteil der in der Entsorgung auftauchenden herstellereigenen PCB-haltigen Geräte, dividiert durch die Gesamtzahl PCB-haltiger Vorschaltgeräte aus dem Zeitraum 1953 - 1983 $\Rightarrow 63 : 103 = 0,61$ (s. Kap. 3)

² Annahme, dass der Marktanteil in der ganzen Schweiz identisch ist mit demjenigen des Kantons Aargau

³ Es gilt zudem zu beachten, dass in Deutschland im Zeitraum 1960 - 81 zu ungefähr einem Drittel PCB-freie Metall-Papierkondensatoren eingesetzt wurden.

In Deutschland wurde im relevanten Zeitraum nahezu jede Fluoreszenzlampe kompensiert (Ref. 5, S. 74), währenddem in der Schweiz meist nur eine von drei Fluoreszenzlampen kompensiert wurde (Verhältnis von induktiven zu kapazitiven Vorschaltgeräten siehe Anh. 4). Andererseits wurden in Deutschland vermutlich mehr stärkere Fluoreszenzlampen eingesetzt (79 % mit 60 Watt, Ref. 5) als in der Schweiz.

Basierend auf der Anzahl der in Verkehr gebrachten PCB-haltigen Vorschaltgeräte sowie auf dem mittleren Gewicht eines PCB-haltigen Kondensators von 220 g (siehe Anh. 2) lässt sich daraus die Tonnage der in der Schweiz insgesamt installierten PCB-haltigen Kondensatoren von Vorschaltgeräten berechnen:

$$8,2 \text{ Mio. Vorschaltgeräte} \times 0,22 \text{ kg Kondensator/Vorschaltgerät} = 1'800 \text{ t PCB-haltige Kondensatoren}$$

Diese PCB-haltigen Vorschaltgeräte enthalten durchschnittlich 30 % PCB (siehe 5), womit sich eine PCB-Fracht von 540 t ergibt.

$$1'800 \text{ t PCB-haltige Kondensatoren} \times 0,3 \text{ t PCB / t Kondensatoren} = 540 \text{ t PCB}$$

3. Untersuchung von entsorgten Vorschaltgeräten

3.1 Ermittlung des PCB-Status

Gestützt auf Herstellerangaben wurde ein Kondensatorenverzeichnis zur Beurteilung des PCB-Status primär von Kondensatoren mit über 1 kg Gewicht erstellt (4), welches allerdings auch einen Grossteil an kleineren Kondensatoren abdeckt. Mit Hilfe dieses Verzeichnisses konnte der PCB-Status von nahezu 90 % der in die Entsorgung gelangenden Kondensatoren von Vorschaltgeräten ermittelt werden (siehe Anh. 2). Zur Bestätigung wurde die Zuordnung des PCB-Status stichprobenweise überprüft.⁴

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass 70 % der untersuchten Kondensatoren technisches PCB enthalten. Lediglich 27 % der untersuchten Kondensatoren enthalten mit Sicherheit kein PCB. Die restlichen 3 % der beurteilten Kondensatoren sind möglicherweise mit PCB kontaminiert (PCB-Status: verdächtig).

Tab. 1 Bedeutung der Fabrikate von Kondensatoren aus entsorgten kapazitiven Vorschaltgeräten. Datenbasis: 148 Vorschaltgeräte, welche im Zeitraum November 1996 bis April 1997 in die Entsorgung gelangten (ohne elektronisch gesteuerte Kompensationen).

Fabrikate von Kondensatoren	PCB-Status der Kondensatoren					
	haltig		verdächtig		frei	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
Knobel	24	16	-	-	-	-
Frako	45	30	-	-	-	-
Geofarad	-	-	-	-	1	1
ITT	-	-	-	-	3	2
Leclanché	10	68	-	-	-	-
Condis	23	16	-	-	15	10
ESTA	-	-	-	-	18	12
Sel	-	-	-	-	4	3
Siemens	-	-	1	1	-	-
Unbekannt	1	-	3	2	-	-
Total (148)	103	70	4	3	41	27

⁴ Zur Überprüfung dieser Zuordnung wurden insgesamt 10 als PCB-haltig geltende Kondensatoren analytisch untersucht. Die gaschromatographische Analyse bestätigte in allen Fällen, dass es sich um technisches PCB handelte (Arochlor 1242; Anh. 3). Des weiteren wurden je ein als PCB-verdächtig und ein als PCB-frei eingestufteter Kondensator analysiert; beide Geräte enthielten kein PCB.

Elektronisch gesteuerte Kompensationen in kapazitiven Vorschaltgeräten tauchen zur Zeit in der Entsorgung relativ selten auf (Anteil 2 %) und werden daher in den Statistiken dieses Kapitels weggelassen.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Fabrikate von Vorschaltgeräten, welche in die Entsorgung gelangen. Auf die Firmen Knobel und Leuenberger fallen nahezu 90 % der beurteilten PCB-haltigen Vorschaltgeräte.

Tab. 2 Bedeutung der Fabrikate von entsorgten kapazitiven Vorschaltgeräten.
Datenbasis 148: Vorschaltgeräte, welche im Zeitraum November 1996 bis April 1997 in die Entsorgung gelangten (ohne elektronisch gesteuerte Kompensationen).

Fabrikate von Kondensatoren	PCB-Status der Kondensatoren					
	haltig		verdächtig		frei	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
Knobel, Ennenda	63	43	-	-	17	11
Leuenberger, Oberglatt	27	18	3	2	7	5
Trafag, Zürich	7	5	-	-	-	-
BAG, Turgi	3	2	-	-	15	10
E. Huber	2	1	-	-	-	-
Zumtobel	1	1	-	-	-	-
Flako, Flawil	-	-	1	1	-	-
Unbekannt	-	-	-	-	2	1
Total	103	70	4	3	41	27

Im Rahmen einer diesjährigen Überprüfungsaktion bei der SBB stellte man fest, dass ein Teil der sich in den Lagern befindlichen, kapazitiven Vorschaltgeräte einen PCB-haltigen Kondensator enthält. Die PCB-haltigen Vorschaltgeräte wurden mittlerweile einer umweltgerechten Entsorgung zugeführt.

3.2 PCB-Bilanz der noch in Betrieb stehenden Vorschaltgeräte

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Baujahre von den in die Entsorgung gelangenden Kondensatoren aus Vorschaltgeräten. Der Median der PCB-haltigen Kondensatoren liegt beim Baujahr 1970 (durchschnittliches Baujahr 1971). Die in die Entsorgung gelangenden, PCB-haltigen Vorschaltgeräte haben somit ein mittleres Alter bzw. eine Lebensdauer von 26 Jahren.

Tab. 3 Altersverteilung (Baujahr) der entsorgten kapazitiven Vorschaltgeräte.
Datenbasis: 148 Vorschaltgeräte, welche im Zeitraum November 1996 bis April 1997 in die Entsorgung gelangten (ohne elektronisch gesteuerte Kompensationen).

Baujahr	PCB-Status der Kondensatoren					
	haltig		verdächtig		frei	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
bis 1950	-	-	-	-	15	10
1951 - 60	6	4	-	-	-	-
1961 - 70	47	32	-	-	-	-
1971 - 80	32	22	1	1	-	-
1981 - 90	18	12	-	-	21	14
1991 - 97	-	-	-	-	2	1
Unbekannt	-	-	3	2	3	2
Total	103	70	4	3	41	27

Im Rahmen der ARGUS-Studie wurde in Deutschland für Vorschaltgeräte eine Lebensdauer von lediglich 18 Jahren ermittelt (5). Die Lebensdauer von Fluoreszenzlampen unterliegt genauso wie Räume und Gebäude regelmässigen Innovationsschüben durch Modernisierungs- und Sanierungswellen. Möglicherweise führt die teurere Bauart der Schweiz auch zu längeren Intervallen bis Sanierungen vorgenommen werden. Die Vorschaltgeräte haben wenig Einfluss auf die Lebensdauer einer Fluoreszenzlampe, da sie sehr lange und wartungsfrei im Einsatz stehen können.

Anhand des folgenden Diagramms soll die PCB-Relevanz der noch in Betrieb stehenden, PCB-haltigen Vorschaltgeräte erläutert werden:

entsorgt		noch in Betrieb stehend			Vorschaltgeräte
haltig (18 Jahre)		haltig (13 Jahre)	frei (13 Jahre)		PCB-Status
53	70	71	83	84	96
		↑		↑	
		mittlere Lebensdauer		Umstellung	

Wir gehen davon aus, dass PCB-haltige Kondensatoren in Vorschaltgeräten zwischen 1953 und 1983 (31 Jahre) zum Einsatz kamen und dass in der Periode 1953 bis 1970 (18 Jahre) nicht mehr kapazitive Vorschaltgeräte eingebaut wurden als in der Periode 1971 bis 1983 (13 Jahre). Eine deutsche Studie (5) ermittelte für die Periode 1971 bis 1980 einen um 50 % erhöhten Einsatz von Kondensatoren für Leuchtstofflampen als unmittelbar vor bzw. in den nächsten 7 Jahren nach dieser Periode. In den 50er Jahren dürfte zudem der Einsatz von Fluoreszenzlampen bzw. Vorschaltgeräten eher noch geringer gewesen sein als in den 60er Jahren.

Demnach wären von den insgesamt rund 8,2 Mio. in der Schweiz eingebauten Vorschaltgeräten zumindest noch die Hälfte in Betrieb (4,1 Mio. Geräte mit 900 t PCB-haltigen Kondensatoren bzw. 270 t PCB).

Bei Annahme einer gleichmässigen Ausserbetriebnahme gelangen während den nächsten 13 Jahren ungefähr 315'000 PCB-haltige Vorschaltgeräte pro Jahr in die Entsorgung (69 t PCB-haltiger Kondensatoren bzw. 21 t PCB).

4. Bisherige Entsorgung von Vorschaltgeräten

4.1 PCB-Bilanzierung bei den Elektroinstallationsbetrieben

Von den 32 befragten Elektroinstallationsbetrieben geben 29 an, induktive und kapazitive Vorschaltgeräte zurückzunehmen (siehe Tab. 4 und Anh. 4). Die ausgedienten Vorschaltgeräte werden über den Altmetallhandel (72 %) bzw. über die Metallmulde der Gemeinde (10 %) entsorgt. Bei diesen Entsorgungswegen ist davon auszugehen, dass die PCB-haltigen Vorschaltgeräte vor deren Entsorgung, beispielsweise in einem Shredder-Werk, nicht ausgebaut werden.

Ein Teil der Elektroinstallationsfirmen (10 %) bringt die Vorschaltgeräte zu Betrieben, welche auf die Entsorgung von Elektrogeräten spezialisiert sind. Zum Zeitpunkt der Erhebung baute jedoch fast keiner dieser Betriebe die PCB-haltigen Kondensatoren aus. Soweit uns bekannt, wurden die ausgebauten Vorschaltgeräte den kupferhaltigen Abfällen zugeschlagen.

Lediglich zwei der befragten Betriebe (7 %) bauten die schadstoffhaltigen Kondensatoren zumindest bei einem Teil der Vorschaltgeräte aus und bemühten sich um eine umweltgerechte Entsorgung.

Die 32 erfassten Elektroinstallationsbetriebe geben an, jährlich insgesamt rund 1'170 induktive und 520 kapazitive Vorschaltgeräte zu entsorgen; hochgerechnet auf sämtliche Elektroinstallationsbetriebe des Kantons Aargau (405) ergibt sich folgender Rücklauf:

$$\frac{405}{32} \times 520 = 6'600 \text{ kapazitive Vorschaltgeräte /Jahr (1,5 t PCB-haltige Kondensatoren)}$$

Tab. 4 Rücknahme und Entsorgung von Vorschaltgeräten durch Elektroinstallationbetriebe¹

Betriebe		Induktive Vorschalt- geräte / Jahr	Kapazitive Vorschalt- geräte / Jahr	Abgabe an (Entsorgung)
Anzahl	%			
21	72,4	861	300	Altmetallhandel (Shredderwerk)
3	10,3	19	30	Metallmulde der Gemeinde (Shredderwerk)
3	10,3	120	70	Entsorgungsbetr. f. Elektrogeräte (zu Motorenabfällen ⇒ Kupfergranulat)
2	6,9	170	120	Ausbau durch Betrieb (Kondensato- ren in Hochtemperaturverbrennung)
29	100	1'170	520	

¹ Diejenigen drei Betriebe, welche angeben, keine Vorschaltgeräte zu entsorgen, wurden nicht aufgeführt.

Die Hochrechnung auf den Rücklauf in der ganzen Schweiz gestützt auf die Bevölkerungsverhältnisse (Kanton Aargau: 7,4 %) ergibt:

$$\frac{100}{7,4} \times 6'600 \text{ kap. Vorschaltgeräte /Jahr} = 90'000 \text{ kap. Vorschaltgeräte/Jahr (20 t PCB-haltige Kondensatoren/Jahr)}$$

Der Vergleich mit dem theoretisch geschätzten Rücklauf in Kap. 3.3 (315'000 Geräte/Jahr) zeigt, dass gemäss unserer Umfrage nur ungefähr 30 % der Vorschaltgeräte über die Elektroinstallationsbetriebe zurückgenommen werden. Nachträgliche Erhebungen bei einzelnen Betrieben zeigten aber, dass die Elektroinstallationsbetriebe die Anzahl der zurückgenommenen Vorschaltgeräte meist zu tief eingeschätzt haben. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass ein wesentlicher Anteil der Vorschaltgeräte auf den Baustellen direkt über Metall- oder Bauabfallmulden entsorgt wird.

4.2 Altmetallhandel

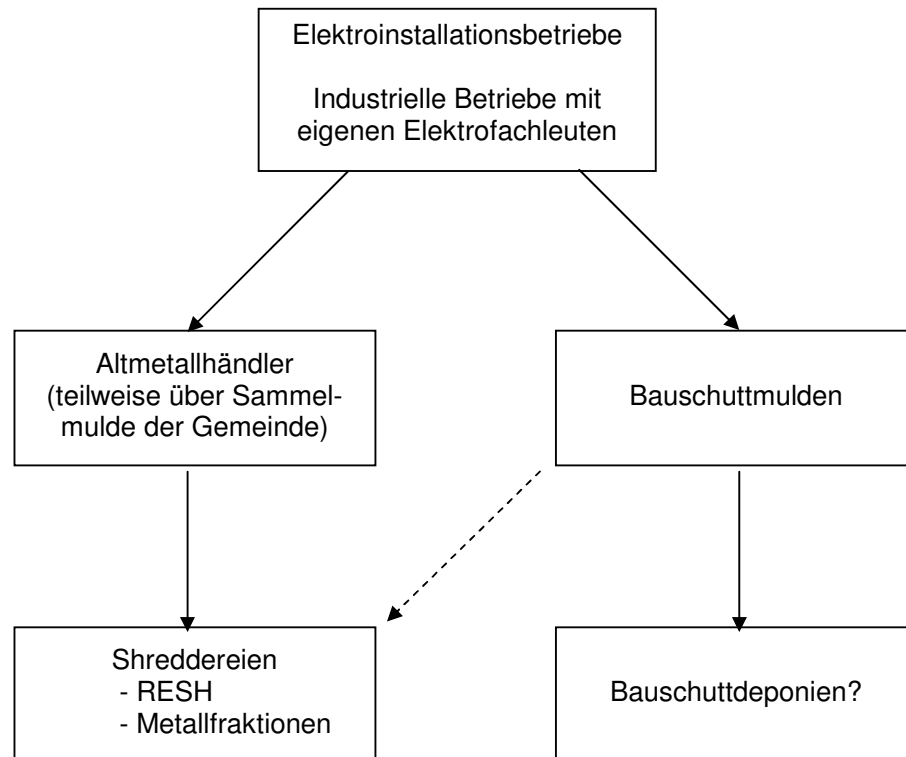
Von sechs befragten Altmetallhändlern gibt die Hälfte an, Fluoreszenzbeleuchtungen (mit oder ohne eingebaute Vorschaltgeräte) angenommen zu haben (jeweils 10 bis 50 Geräte pro Jahr). In der Regel dürften die Fluoreszenzbeleuchtungen mit ihren Vorschaltgeräten gemischt mit anderen Metallabfällen zu den Altmetallhändlern gelangen und von dort zu den Shredder-Werken.

Aus Angaben von Elektroinstallationsbetrieben ist jedoch bekannt, dass auch Altmetallhändler Vorschaltgeräte annehmen, welche die entsprechende Frage verneinten. Dies möglicherweise deshalb, weil Vorschaltgeräte von der Menge her bei den Altmetallhändlern eine völlig untergeordnete Rolle einnehmen.

5. Umweltgerechte Entsorgung

5.1 Bisherige problematische Entsorgungswege

Die Lampengehäuse samt ihren Vorschaltgeräten nahmen bisher primär den Entsorgungsweg über den Altmetallhändler in die Shreddereien:



Durch das Shreddern gelangt das PCB der Vorschaltgeräte in den RESH (Reststoffe aus Shredder-Anlagen) und wahrscheinlich auch in die Metallfraktion. In beiden Fraktionen ist die Anwesenheit von PCB völlig unerwünscht. Durch die Deponierung von RESH entsteht ein Risiko für das Grundwasser, währenddem bei der Verbrennung von RESH die Entstehung hochtoxischer Gifte befürchtet wird. Die Verarbeitung von PCB-belastetem Schrott kann zu erheblichen Dioxinemissionen führen.

5.2 Vergleichende Beurteilung von Entsorgungswegen

Mit Inkrafttreten der Elektronikschrottverordnung müssen die Abgeber von Vorschaltgeräten einen umweltgerechten Entsorgungsweg anbieten (siehe Kap. 1.4.3)

Zwecks Evaluation von umweltgerechten Entsorgungswegen wurden verschiedene mögliche Strategien einander gegenübergestellt (siehe Tab. 5)

Tab. 5: Vergleichende Beurteilung von möglichen künftigen Entsorgungswegen für Lampengehäuse mit Vorschaltgeräten

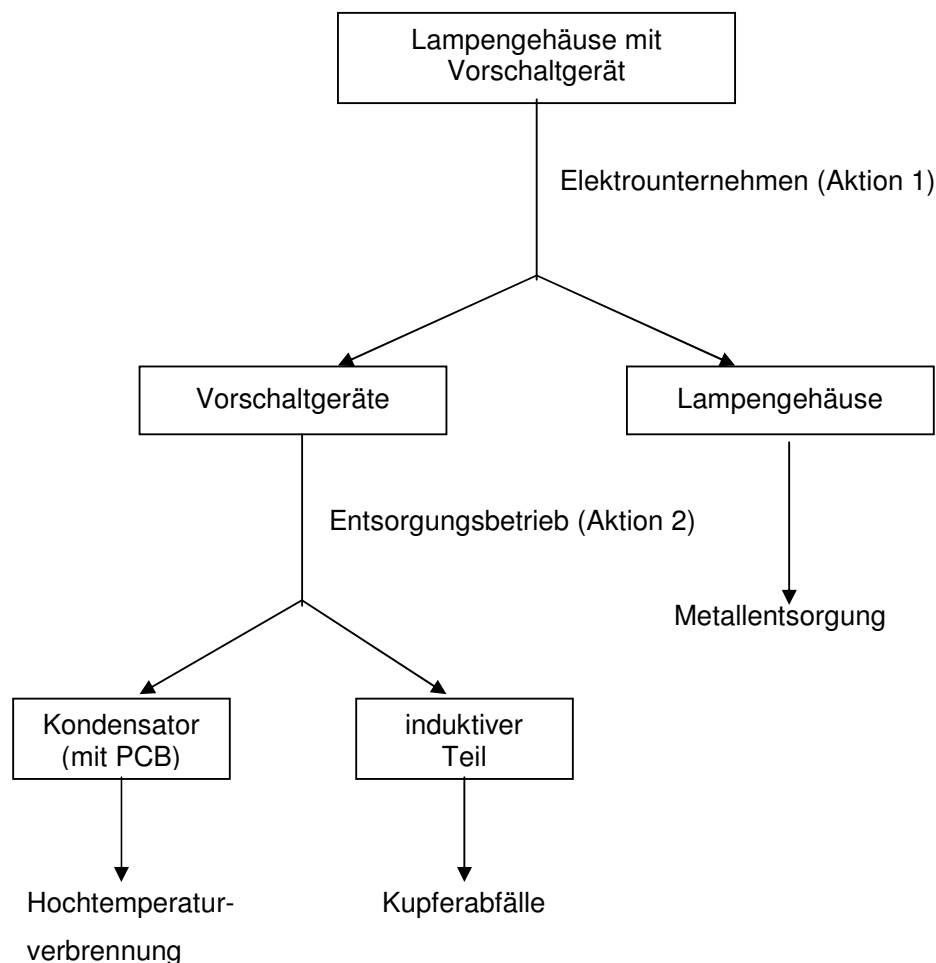
Ausbau der Vorschaltgeräte, Sammeln und Spedition an Entsorgungsbetrieb	Vorteile	Nachteile	Gesamtbeurteilung
Variante 1: Elektriker - Elektroinstallationsbetriebe - Industr. Grossbetriebe mit eigenem Elektriker	- Separierung einfach - evtl. mit Leuchtröhrensammlung kombinieren	Bei industr. Grossbetrieben sind Erreichbarkeit und Vollzug schwieriger	mässig - gut
Variante 2 Altmetallhändler	---	- VSG in Bauschuttmulden werden nicht erfasst - vermischt mit anderem Elektronikschrott oder Altmetallen - wenig fachliches Know-how	nicht geeignet
Variante 3: Shredderei	---	- VSG in Bauschuttmulden werden nicht erfasst - vermischt mit Altmetall ist eine Handauslese praktisch unmöglich	nicht geeignet

Die Elektriker stehen an zentraler Stelle bezüglich der Einleitung einer umweltgerechten Entsorgung der Vorschaltgeräte. Aus unserer Sicht kann am ehesten die Variante 1 zu einer erfolgversprechenden Entsorgung führen, d.h., dass das Entsorgungsnetz bereits bei den Elektrounternehmen einsetzen muss.

5.3 Vorschlag für künftigen Entsorgungsweg von Vorschaltgeräten

Zwecks Entsorgung sollte das Vorschaltgerät durch den Elektriker vom Lampengehäuse getrennt werden (Aktion 1). Bei den kapazitiven Vorschaltgeräten erfolgt die Trennung des Kondensators vom induktiven Teil zweckmässigerweise in einem spezialisierten Entsorgungsbetrieb (Aktion 2). Die kupferhaltigen, induktiven Teile der Vorschaltgeräte können der Wiederverwertung zugeführt werden.

Es wäre zweckmässig, auch die nicht PCB-haltigen Vorschaltgeräte (kapazitive Geräte ohne PCB-Öl sowie die rein induktiven Geräte) auf dem selben Weg zu entsorgen.



5.4 Potentielle Sammler und Entsorger

Interessante Ansprechpartner bezüglich der Sammlung von Vorschaltgeräten sind unseres Erachtens:

- **SM-Recycling AG**, Kasernenstr. 26, 5000 Aarau, Tel. 062 824 91 27
- **SBB** Generaldirektion, Sektion Umwelt, Hochschulstr. 6, 3030 Bern, Tel. 051 220 24 44

Die SBB ist Betreiber eines Sammelnetzes für Elektroabfälle, währenddem die SM-Recycling Leuchtstoffröhren bei den bezüglich Vorschaltgeräten relevanten Elektrounternehmen abholt.

Strategische Erfahrung im Bereich der Entsorgung von Elektroabfällen haben die Organisationen

- **S.EN.S** (Stiftung Entsorgung Schweiz), Hottingerstr. 4, Postfach, 8024 Zürich
Tel. 01 262 52 44
- **SWICO** Schweiz. Wirtschaftsverband der Informations-, Kommunikations- und Organisations-technik, Badenerstr. 356, 8040 Zürich, Tel. 01 492 48 48

Diese Organisationen arbeiten mit Sammel- und Zerlegebetrieben zusammen, welche auch für die umweltgerechte Entsorgung von Vorschaltgeräten interessant sein könnten.

Im weiteren führt die

- **GESO** Schweiz. Entsorgungsgesellschaft der Entsorgungsunternehmen für Sonderabfälle, Elisabethenstrasse 23, Postfach 332, 4010 Basel, Tel. 061 271 04 92

ein Verzeichnis der Betriebe mit der erforderlichen VVS-Aannahmewilligung (Code 3061).

5.5. Kantonale Abfallfachstellen

Für weitere Auskünfte stehen auch die kantonalen Abfallfachstellen zur Verfügung

- Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft, Abt. Abfallwirtschaft, Reiterstrasse 11, 3011 Bern
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Linsebühlstrasse 91, 9001 St. Gallen
- Amt für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, Fachstelle für Abfälle, Bahnhofstr. 55, 8501 Frauenfeld
- Gewässerschutzamt, Fachstelle für Abfälle, Hochbergerstrasse 158, 4019 Basel
- Service cant. des eaux et de la protection de l'environnement, Rue du Valentin 10, 1014 Lausanne
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, St. Antonistrasse 4, 6061 Sarnen
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Baselstrasse 77, 4500 Solothurn
- Amt für Gewässerschutz und Wasserbau, Abt. Abfallwirtschaft, Walchetor, 8090 Zürich
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Klosterstrasse 31, 6002 Luzern
- Baudepartement Kt. AG, Abt. Umweltschutz, Sektion MhE, Entfelderstrasse 22, 5001 Aarau
- Office des eaux et de la protection de la nature, Les Champs-Fallat, 2882 St. Ursanne
- Service de la protection de l'environnement, Rue du Tombet 24, 2034 Peseux
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Gürtelstrasse 89, 7001 Chur
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Gurtenmundstrasse 33, 6460 Altdorf
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Aabachstrasse 5, 6301 Zug
- Amt für Umweltschutz und Energie, Fachstelle für Abfälle, Rheinstrasse 29, 4410 Liestal
- Département de l'intérieur de l'envir. et des affaires, reg.l'inspect., Case postale 206, 1211 Genève 8
- Service cant. de la protection de l'environnement, Bâtiment Mutua, 1950 Sion
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Postgasse 29, 8750 Glarus
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Schlagstrasse 82, 6430 Schwyz
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Kasernenstrasse 17, 9102 Herisau
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Engelbergstrasse 34, 5370 Stans
- Amt für Umweltschutz, Fachstelle für Abfälle, Gaiserstrasse 8, 9050 Appenzell
- Kantonales Laboratorium, Fachstelle für Abfälle, Mühlenalstrasse 184, 8201 Schaffhausen
- Office de la protection de l'environnement, Route de la Fonderie 2, 1700 Fribourg

6. Literatur

- (1) Diffuse Quellen von PCB in der Schweiz, BUWAL, Schriftenreihe Umwelt, Nr. 229, 1994.
- (2) Bericht über die Untersuchung der stofflichen Zusammensetzung und des Auswaschverhaltens von Rückständen aus einer Shredder-Anlage (RESH) im Hinblick auf deren Entsorgung in Reaktordeponien, Umweltschutzzlabor des Kantons Basellandschaft, 1995.
- (3) Altautoentsorgung - Grossversuche zur Auswirkung von Vorentsorgungsmassnahmen auf den Gehalt an polychlorierten Biphenylen und Kohlenwasserstoffen in Shredder-Rückständen, Bundesministerium für Umwelt, Natur und Reaktorsicherheit, Bonn, 3. September 1991.
- (4) Kondensatorenverzeichnis zur Erkennung und Deklaration betreffend PCB, kantonales Laboratorium Aargau, Mai 1995.
- (5) PCB-Kleinkondensatoren, Arbeitsgruppe Umweltstatistik ARGUS, Techn. Universität Berlin, 1988
- (6) Aufbereitung der Shredderleichtfraktion aus der Altautoverwertung, V. Spanke, EP 5/98, S. 26 - 34

PCB-Beurteilung von Kleinkondensatoren in entsorgten Elektrogeräten (Auszug aus dem Jahresbericht 1996 des kantonalen Labors Aargau)

Elektrogeräteart	Anzahl Kondensatoren						PCB-haltige Kondensatoren		
	total	ohne Beurteilung ¹⁾	PCB-frei	PCB-verdächtig	mit PCB kontamin.	PCB-haltig	Anteil (%)	mittl. Gewicht pro Gerät (g)	Baujahr(e)
Computer	3		2			1	33	2'500	73
Handmixer	8	2	4			2 ²⁾	25	20	74
Industriekühlschrank ³⁾	10	4	1	1	1	3	30	380	70, 72, 73
Kaffeemixer	2		2				0		
Kochherd ⁴⁾	3		2			1	33	150	75
Mikrowellengerät	2	1			1		0		
Stereoanlage	5	2	2			1 ²⁾	20	10	72
Staubsauger ⁵⁾	14	3	10			1 ²⁾	7	15	72
Tumbler ⁶⁾	5	4	1				0		
Vorschaltgerät	20		6		1	13	65	400	69, 70
Waschmaschine ⁶⁾	62	12	17	8	16	9 ⁷⁾	14	380	62, 69, 72, 79, 83, 84
Geschirrspüler	9	1	7		1		0		
div. Elektrogeräte	101	35	43	8	3	12	12	310	58, 71, 73, 78, 79, 80
Total ⁸⁾	244	64	97	17	23	43 ⁹⁾		380	
Anteil Summe (%)	100	26	40	7	9	18 ¹⁰⁾			

¹⁾ keine Zuordnung mit Kondensatorenverzeichnis möglich; teilweise Giessharz, Teer oder vertrocknete Geräte, daher kein „Tropfentest“ möglich

²⁾ Metall/Papier-Kondensatoren mit PCB-Imprägnierung

³⁾ ca. 40 % haben Kondensatoren

⁴⁾ nur teilweise mit Kondensatoren (z.B. Umluftbacköfen)

⁵⁾ davon 1 Gerät ohne Kondensator

⁶⁾ davon 2 Geräte ohne Kondensator

⁷⁾ davon 1 Metall/Papier-Kondensator (mit PCB-Imprägnierung)

⁸⁾ Das mittlere Gewicht der erfassten Kleinkondensatoren beträgt 380 g (PCB-haltig), 220 g (PCB-kontaminiert), 120 g (PCB-verdächtig), 160 g (PCB-frei) bzw. 180 g (ohne Beurteilung)

⁹⁾ davon 5 Metall/Papier-Kondensatoren (mit PCB-Imprägnierung)

¹⁰⁾ ohne Metall/Papier-Kondensatoren: 16 %

PCB-Status, Baujahr und Gewicht der Kondensatoren aus Vorschaltgeräten von Fluoreszenzlampen (geordnet nach Baujahr)

Erfasst bei Firma	Fabrikat Vorschaltgerät	Bezeichnung des FL - Vorschaltgerätes	Kondensator- fabrikat	Bezeichnung des Kondensators	Tränk mittel	Baujahr	Gewicht (g)	Befund 1)	Test 2)	Bemerk.
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.45964	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.10	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.47497	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.11	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.47493	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.3	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.08062	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.3	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.04239	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.4	266	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.45993	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.4	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.47488	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.6	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.08449	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.7	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.08428	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.8	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.05668	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.8	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.47503	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.8	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.08337	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.9	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.04338	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.9	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.47808	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		50.11	270	v	+1	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.47811	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		50.11	270	v	+1	
Elektrofachhandel	E.Huber&CO.	Type JW 40 Nr.30 497	Condis	3.6uF Nr.15740 KHC		52.3	350	h	p	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.50832	Leclanché	5.5uF Fho V 25-5.5		53.4	370	h	p	
Elektrofachhandel	E.Huber&CO.	Type JW 40 Nr.30 493	Condis	5.5uF 6550/14999/BL		53.8	350	h	p	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.51453	Leclanché	5.5uF Fho V 25-5.5		53.8	370	h	p	
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.51449	Leclanché	5.5uF Fho V 25-5.5		53.8	370	h	p	
Elektrofachhandel	Trafag Zürich	NOBé 40 (noch besser)	Condis	fehlt		58.2	350	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	Rzks 40W 318'320	Condis	3.75uF 390V 25913-15		62.4	250	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	Rzks 40W 318'320	Condis	3.75uF 390V 25913-15		62.4	250	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	Rzks 40W 318'320	Condis	3.75uF 390V 25913-15		62.4	250	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	Rzks 40W 318'320	Condis	3.75uF 390V 25913-15		62.4	250	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	Rzks 40W 318'320	Condis	3.75uF 390V 25913-15		62.5	250	h	p	
Elektrofachhandel	Trafag Zürich	T 40 ka	Condis	132 25 913-3		63.6	250	h	p	
Elektrofachhandel	Trafag Zürich	T 40 ka	Leclanché	Fhcs 39 - 5.9 390V		63.6	370	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstarter RCS2 1012	Knobel	CDG 5444 3.7uF	CD	65.12	280	h	p	
Elektrofachhandel	Trafag Zürich	T 40 ka	Leclanché	Fhcs 42 - 5+a 420V		66.8	295	h	p	
Elektrofachhandel	Trafag Zürich	T 40 ka	Leclanché	Fhcs 42 - 5+a 420V		66.8	302	h	p	
Elektrofachhandel	Trafag Zürich	T 40 ka	Leclanché	Fhcs 39 - 3.75 390V		66.8	305	h	p	

Erfasst bei Firma	Fabrikat Vorschaltgerät	Bezeichnung des FL - Vorschaltgerätes	Kondensator- fabrikat	Bezeichnung des Kondensators	Tränk mittel	Baujahr	Gewicht (g)	Befund 1)	Test 2)	Bemerk.
Elektrofachhandel	Leuenberger	Rzcor 40W Starterlos	Frako	4.75uF+0.05/ 390V LR		67.2	250	h	p	
Elektrofachhandel	Trafag Zürich	T 40 ka	Leclanché	Fhcs 39 - 3.75 390V		67.2	300	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	6/ 380 LR14 HPC Cp	Cp	68.10	244	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	RA + C 210.07.00.048 7031	Condis	3.75uF 48756-P19	4CD	69.1	149	h	p	
Thommen K'augst	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	7.5/320 LR16 560-6		69.11	250	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	TAKS 210.05.71.101 30W	Leclanché	Fhc 42 -3 3uF 420V		69.4	197	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	3.75/ 380 LR15 Cp	Cp	69.5	156	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	3.75/ 380 LR15 Cp	Cp	69.7	160	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	RAcor 210.07.02.301	Frako	3.75/ 380 LR15 Cp	Cp	69.7	160	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	3.75/ 380 LR15 Cp	Cp	69.9	156	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	3.75/ 380 LR 15	Cp	69.9	157	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	3.75/ 380 LR15 Cp	Cp	69.9	158	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	3.75/ 380 LR15 Cp	Cp	69.9	160	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	3.75/ 380 LR 15	Cp	69.9	160	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	3.75/ 400 LR15T CD3	CD3	70.10	159	h	p	
Thommen K'augst	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Knobel	CS/ 250-3.2	C	70.1	280	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstarter RCS2B 1062	Knobel	CDG 5444 3.75uF		70.1	280	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1071	Knobel	CDG 6444	CD	70.11	280	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1071	Knobel	CDG 6444	CD	70.12	280	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1073	Knobel	CDG 5444 3.75uF	CD	70.12	280	h	p	
Thommen K'augst	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	7.5/320 LR16 560-6		70.4	230	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	RAcor 40W 210.08.32.301	Frako	6/ 320 LR 16 PHC Cp	Cp	70.4	230	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRSstarterlos 65-4201 1065	Knobel	CS/ 250 - 3.2	C	70.4	279	h	p	
Thommen K'augst	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Knobel	CS/ 250-3.2	C	70.4	280	h	p	
Thommen K'augst	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Knobel	CS/ 250-3.2	C	70.4	280	h	p	
Thommen K'augst	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	7.5/320 LR16 560-6		70.5	230	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	7.5/320 LR16 560-6		70.5	230	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart	Condis	3.75-400V 49171-L4		70.6	120	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	RAcor 40W 210.07.02.301	Frako	6/ 280 LR 560-6 Cp	Cp	70.6	230	h	p	
Thommen K'augst	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	7.5/320 LR16 560-6		70.7	221	h	p	
Thommen K'augst	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	7.5/320 LR16 560-6		70.7	222	h	p	
Thommen K'augst	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	7.5/320 LR16 560-6		70.7	230	h	p	

Erfasst bei Firma	Fabrikat Vorschaltgerät	Bezeichnung des FL - Vorschaltgerätes	Kondensator- fabrikat	Bezeichnung des Kondensators	Tränk mittel	Baujahr	Gewicht (g)	Befund 1)	Test 2)	Bemerk.
Thommen K'augst	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	7.5/320 LR16 560-6		70.7	230	h	p	
Thommen K'augst	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	7.5/320 LR16 560-6		70.7	230	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	7.5/320 LR16 560-6		70.7	230	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger	RAcor 40W 210.08.32.01	Frako	6/ 320 LR 16 PHC Cp	Cp	70.7	230	h	p	
Thommen K'augst	Knobel		Frako	7.5/320 LR16 560-6		71.2	230	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Miniloss 40 - 2101P 1089	Knobel	CDG 5444 3.75uF		72.1	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1097	Condis	3.75 49171-L4 HPF		72.12	120	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1097	Condis	3.75 49171-L4 HPF		72.12	120	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1097	Condis	3.75 49171-L4 HPF		72.12	120	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1089	Condis	3.75 49171-L4 HPF		72.2	120	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Standard Typ 40-7301 1088	Knobel	CB / 400-3.75-35B	C	72.3	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Standard Typ 40-7301 1088	Knobel	CB / 400-3.75-35B	C	72.3	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1091	Condis	3.75 49171-L4 HPF		72.6	119	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1091	Condis	3.75 49171-L4 HPF		72.6	120	h	p	
Elektrofachhandel	Zumtobel	CXYG 65 S D 130	Condis	5.9uF 48759 - L16	4CD	72.7	254	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1096	Condis	3.75-2.2 49171-L4	3CD	73.10	120	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	nicht mehr lesbar	Condis	6-2.2 49323-L7 3CD	3CD	73.11	178	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	nicht mehr lesbar	Condis	6-2.2 49323-L7 3CD	3CD	73.11	180	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1094	Leclanché	49323-LZ HPF 3CD	3CD	73.11	150	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Standard 40-7101R 1104	Knobel	CDG 5444 3.75uF		73.8	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1109	Condis	3.75 49171-L4 HPF		74.1	120	h	p	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 25 - 2101 1184	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	74.10	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	6/ 400 LR-21 TW		74.2	230	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	6/ 400 LR-21 TW		74.2	230	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	6/ 400 LR-21 TW		74.2	230	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1110	Condis	3.75 49171-L4 HPF		74.3	120	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel		Condis	3.75-2.2 49171-L4	3CD	74.4	120	h	p	
BAG Turgi ab Lager	Knobel	Miniloss 42-2101 1112	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	74.4	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel		Frako	3.75/ 380 LR 21 TW		74.9	230	h	p	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 25 - 2101 1184	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	76.1	200	h	p	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 25 - 2101 1184	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	76.1	200	h	p	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 14/20-2101 1165	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	77.11	200	h	p	

Erfasst bei Firma	Fabrikat Vorschaltgerät	Bezeichnung des FL - Vorschaltgerätes	Kondensator- fabrikat	Bezeichnung des Kondensators	Tränk mittel	Baujahr	Gewicht (g)	Befund 1)	Test 2)	Bemerk.
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 14/20-2101 1165	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	78.1	200	h	p	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 14/20-2101 1165	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	78.1	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel		Knobel	C/ 250-8.2-30A	C	78.9	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	193	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	197	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 560-6		82.9	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 560-6		82.9	200	h	p	
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 560-6		82.9	200	h	p	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 40-2101P 01227	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	83.11	198	h	p	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 40-2101P 01227	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	83.11	200	h	p	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 40-2101P 01227	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	83.9	200	h	p	
Elektrofachhandel	Leuenberger		Frako	6/ 400 LR Sk W	3CD		200	h	p	
Elektrofachhandel	Flako Flawil	ST09-408 Typ SBB	Siemens	Elko B43306-A4227T		74.9	100	v	+3	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FBk 270.66.01 Longlife DIK	?	unlesbar, Schaumstoff			75	v	+3	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FBk 270.66.01 Longlife DIK	?	AC 400V 06 /90			75	v	+3	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FBk 270.66.01 Longlife DIK	?	unlesbar, Kond. geplatzt				v	+3	defekt
Elektrofachhandel	Knobel		ESTA	LMX 536/ 420/ 100		84.6	120	f	+1	
Elektrofachhandel	unbekannt		ESTA	LMKXM 620/ 2-100		85.11	86	f	+1	
Elektrofachhandel	unbekannt		ESTA	LMKXM 620/ 2-100		86.11	95	f	+1	
BAG Turgi ab Lager	Leuenberger	RBk 270.41.01 kap. AHG	ITT	MP 52/ 3.75/ 420A		86.12	79	f	+1	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 40-2101P 01260	ESTA	LMKXM 536/420-100		86.6	95	f	+1	
SBB Lager Brugg	Knobel	Miniloss 40-7101R 01258	ITT	MP 52/ 3.6/ 420 A3		86.6	86	f	+1	

Erfasst bei Firma	Fabrikat Vorschaltgerät	Bezeichnung des FL - Vorschaltgerätes	Kondensator- fabrikat	Bezeichnung des Kondensators	Tränk mittel	Baujahr	Gewicht (g)	Befund 1)	Test 2)	Bemerk.
Thommen K'augst	Knobel	MINILOSS 36-210TR	ESTA	LMKXM557/420-100		87.2	95	f	+4	
Elektrofachhandel	Knobel	Miniloss 36-2101R 01314	ESTA	LMKXM 536/420-100		87.6	95	f	+4	
Elektrofachhandel	Knobel	Miniloss 36-2101R 01314	ESTA	LMKXM 536/420-100		87.6	95	f	+4	
Elektrofachhandel	Knobel	Miniloss 36-2101R 01314	ESTA	LMKXM 536/420-100		87.6	95	f	+4	
Elektrofachhandel	Knobel	Miniloss 36-2101R 01314	ESTA	LMKXM 536/420-100		87.6	95	f	+4	
Elektrofachhandel	Knobel	Miniloss 36-2101R 01314	ESTA	LMKXM 536/420-100		87.6	95	f	+4	
Elektrofachhandel	Leuenberger	RBk 270.41.01 kapazitiv	ITT	MP 52/ 3.75/520 A4		87.6	85	f	+1	
Thommen K'augst	Knobel	MINILOSS 36-210TR	ESTA	LMKXM536/420-100		89.4	80	f	+4	
Thommen K'augst	Knobel	MINILOSS 36-210TR	ESTA	LMKXM536/420-100		89.7	80	f	+4	
Thommen K'augst	Knobel	MINILOSS 36-210TR	ESTA	LMKXM536/420-100		89.9	80	f	+4	
Thommen K'augst	Knobel	MINILOSS 36-210TR	ESTA	LMKXM536/420-100		89.9	80	f	+4	
Thommen K'augst	Knobel	MINILOSS 36-210TR	ESTA	LMKXM536/420-100		89.9	80	f	+4	
Elektrofachhandel	Knobel	Miniloss 36-2101R 01297	ESTA	LMKXM 536/420-100		89.9	80	f	+4	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FBk 270.66.01 Longlife DHJ	Geofarad	PRZ-L 30 - 71 - ?		89.9	80	f	+1	
Thommen K'augst	Knobel	MINILOSS 36-210TR	ESTA	LMKXM536/420-100		90.4	65	f	+4	
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 36-9001 01325	diverse KK	LXA, Rifa, TFK		91.2	5	f	+3	electronic
BAG Turgi ab Lager	Leuenberger	FBk 270.66.01 kap. CIB	Sel	MP 5.3/ 420		91.8	69	f	+1	
Elektrofachhandel	Knobel	Miniloss 36-2101R	ESTA	LMKXM 536/420-100		92.1	59	f	+4	
Elektrofachhandel	Knobel	65-1001 electronic 1192	Rifa	GPF 40/085/56 PME		CMO	1	f	+3	electronic
Elektrofachhandel	OSRAM	Quicktronic de Luxe HF450-1	keinen							electronic
Elektrofachhandel	Leuenberger	FBkE 270.66.03 longl. BIA	Sel	MP 42358-420-			100	f	+2	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FBkE 270.66.03 longl. BIA	Sel	unlesbar, Schaumstoff			100	f	+2	
Elektrofachhandel	Leuenberger	FBkE 270.66.03 longl. BIA	Sel	unlesbar, Schaumstoff			100	f	+2	

- 1) Kondensatorenverzeichnis, Kantonales Laboratorium Aargau, Mai 1995, v = PCB-verdächtig, h = PCB-haltig, f = PCB-frei
2) Tropfentest: p = Tropfen sinkt (PCB positiv), +1 = Tropfen schwimmt, dünnflüssig, +2 = Tropfen schwimmt, zähflüssig,
+3 = Giessharz, Teer, etc., extrem zähflüssig oder fest, +4 = Tropfen vermischt sich mit Wasser, dickflüssig

Analytische Untersuchung von Kondensatoren aus Vorschaltgeräten

Erfasst bei Firma	Fabrikat Vorschaltgerät	Bezeichnung des FL - Vorschaltgerätes	Kondensator- fabrikat	Bezeichnung des Kondensators	Tränk- mittel	Bau- jahr	Gew. (g)	Befund 1)	Test 2)	GC- Analyse 3)
Elektrofachhandel	B.A.G. Turgi	HCL220/40 Fabr-Nr.47503	Condis	FHC 6550 14.999/ VII		49.8	258	v	+1	PCB-frei
Elektrofachhandel	Leuenberger	RzkS 40W 318'320	Condis	3.75uF 390V 25913-15		62.4	250	h	p	PCB-haltig
Elektrofachhandel	Trafag Zürich	T 40 ka	Leclanché	Fhcs 39 - 3.75 390V		66.8	305	h	p	PCB-haltig
Elektrofachhandel	Leuenberger	FAcor 210.08.32.301	Frako	3.75/ 380 LR15 Cp	Cp	69.9	160	h	p	PCB-haltig
Elektrofachhandel	Knobel	Standard Typ 40-7301 1088	Knobel	CB / 400-3.75-35B	C	72.3	200	h	p	PCB-haltig
Elektrofachhandel	Knobel	nicht mehr lesbar	Condis	6-2.2 49323-L7 3CD	3CD	73.1	254	h	p	PCB-haltig
Elektrofachhandel	Knobel	Perfektstart 40 - 1101 1109	Condis	3.75 49171-L4 HPF		74.1	149	h	p	PCB-haltig
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	6/ 400 LR-21 TW		74.2	230	h	p	PCB-haltig
BAG Turgi ab Lager	Knobel	Miniloss 42-2101 1112	Knobel	C / 400-4.4 - 30 A	30 A	74.4	200	h	p	PCB-haltig
SBB LagerZE Brugg	Knobel	Perfektstart 25-1101 1202	Knobel	C / 400-3.3 - 30 A	30 A	81.9	200	h	p	PCB-haltig
Elektrofachhandel	Knobel	IRS starterlos Typ 65-4201	Frako	LR 6 - 400 - 2 GS 5		82.7	197	h	p	PCB-haltig
Elektrofachhandel	Knobel	Miniloss 36-2101R 01314	ESTA	LMKXM 536/420-100		87.6	95	f	+4	PCB-frei

1) Kondensatorenverzeichnis, Kantonales Laboratorium Aargau, Mai 1995, v = PCB-verdächtig, h = PCB-haltig, f = PCB-frei

2) Tropfentest: p = Tropfen sinkt (PCB ja), +1 = Tropfen schwimmt, dünnflüssig, +4 = Tropfen vermischt sich mit Wasser, dickflüssig

3) GC - Analyse = Gaschromatische Überprüfung des Kondensatoröls auf PCB durch die Firma ETI,

Chur

Befragung von 32 Elektroinstallationsbetrieben zur Entsorgung von Vorschaltgeräten

Betrieb Nr.	Induktive Geräte Anz. / Jahr	Kapazitive Geräte Anz. / Jahr	Abgabe an
1	150	30	Altmetallhändler ¹
2	15	10	Altmetallhändler ¹
3	80	20	Altmetallhändler ¹
4	45	15	Altmetallhändler ¹
5	10	5	Altmetallhändler ¹
6	20	10	Spezialisierter Entsorgungsbetrieb ²
7	5	keine Angaben	Altmetallhändler ¹
8	7	4	Altmetallhändler ¹
9	100	50	Spezialisierter Entsorgungsbetrieb ²
10	35	15	Altmetallhändler ¹
11	5	5	Gemeindesammelstelle ⇔ Altmetallhändler ¹
12	4	5	Gemeindesammelstelle ⇔ Altmetallhändler ¹
13	2	3	Altmetallhändler ¹
14	0	0	-
15	30	15	Altmetallhändler ¹
16	150	100	Ausbau durch Elektrobetrieb (separate Kondensatorentsorgung) ²
17	12	5	Altmetallhändler ¹
18	75	25 ³	Altmetallhändler ¹
19	50	15	Altmetallhändler ¹
20	15	3	Altmetallhändler ¹
21	0	0	-
22	5	5	Altmetallhändler ¹
23	10	20	Gemeindesammelstelle ⇔ Altmetallhändler ¹
24	20	20	Ausbau durch Elektrobetrieb (separate Kondensatorentsorgung) ²
25	20	15	Altmetallhändler ¹
26	10	keine Angaben	Altmetallhändler ¹
27	100	10	Altmetallhändler ¹
28	80	20	Altmetallhändler ¹
29 ²	35	15	Altmetallhändler ¹
30	80	70	Altmetallhändler ¹
31	keine Angaben	10	Spezialisierter Entsorgungsbetrieb ²
32	0	0	-
total	1'170	520	

¹ Entsorgung mit Altmetallen (Shreddern, Verhüttung)

² Fachgerechte Entsorgung